

## Superposition steering system with integrated mechanical and infinitely variable drives

**Patent number:** DE3832529

**Publication date:** 1990-03-29

**Inventor:** REPPERT RUDI (DE); ZAUNBERGER FRANZ-XAVER (DE)

**Applicant:** RENK AG (DE)

**Classification:**

- International: B62D11/10

- european: B62D11/10

**Application number:** DE19883832529 19880924

**Priority number(s):** DE19883832529 19880924

**Also published as:**

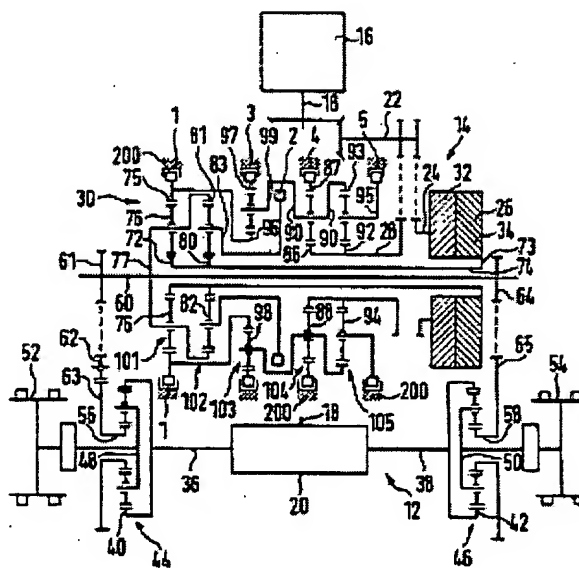


US4960404 (A1)

Abstract not available for DE3832529

Abstract of corresponding document: **US4960404**

A superposition steering system for a track vehicle includes an infinitely variable steering drive unit integrated with an engine driven mechanical steering input drive to provide a reduction in the amount of power to be transmitted by the variable steering drive to only 20% of the total steering power. The system includes a steering transmission having five epicyclic differential gears and five shift couplings with the differential gears and shift couplings so connected that for shifting from one operating speed to another, in each instance, only one shift coupling is required to be opened and another shift coupling required to be closed. Because of the small number of shift couplings, operating reliability is increased and shifting between various stages can take place quickly to provide high vehicle maneuverability.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 38 32 529.2  
②2 Anmeldetag: 24. 9. 88  
④3 Offenlegungstag: 29. 3. 90

DE 3832529 A1

⑦1 Anmelder:  
Renk AG, 8900 Augsburg, DE

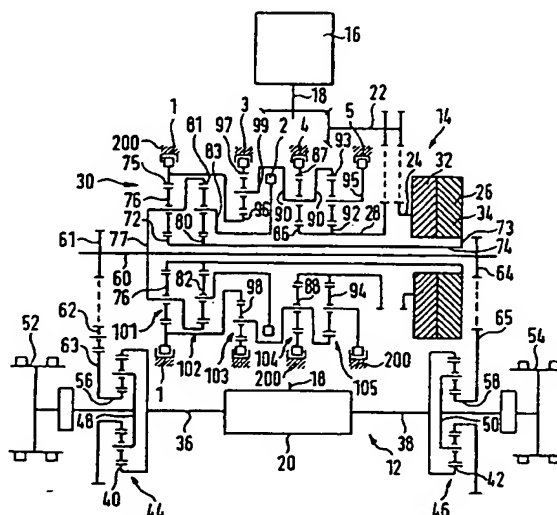
⑦2 Erfinder:  
Reppert, Rudi, 8958 Füssen, DE; Zaunberger,  
Franz-Xaver, 8900 Augsburg, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DE 24 12 562 C3

⑤4 Überlagerungs-Lenkantrieb für ein Gleiskettenfahrzeug

Einer stufenlos steuerbaren Lenkantriebseinheit (26) ist ein Lenkgetriebe (30) nachgeschaltet, durch welches die von der Lenkantriebseinheit (26) zu übertragende Leistung nur 20% des Wertes beträgt, welches die Lenkantriebseinheit (26) ohne das Lenkgetriebe (30) übertragen müßte. Dies wird durch fünf Planetengetriebe (101, 102, 103, 104, 105) und fünf Schaltkupplungen (1, 2, 3, 4, 5) erreicht. Die Planetengetriebe und die Schaltkupplungen sind derart miteinander verbunden, daß zum Umschalten von einer Betriebs-Phase auf eine andere Betriebs-Phase jeweils nur eine dieser Schaltkupplungen geöffnet und eine andere dieser Schaltkupplungen geschlossen werden muß, oder umgekehrt. Wegen dieser geringen Anzahl von zu schaltenden Schaltkupplungen, welches teilweise Schaltbremsen sind, wird die Betriebssicherheit erhöht, und die Umschaltung von einer Betriebs-Phase auf eine andere Betriebs-Phase kann sehr schnell erfolgen, so daß mit dem Überlagerungs-Lenkantrieb versehene Gleiskettenfahrzeuge sehr schnelle Fahrtrichtungswechsel ausführen können.

FIG.1



DE 3832529 A1

# Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Überlagerungs-Lenkantrieb für ein Gleiskettenfahrzeug gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und Anspruch 2.

Ein solcher Überlagerungs-Lenkantrieb für ein Gleiskettenfahrzeug und ein Steuersystem dazu sind aus der DE-PS 24 12 562 und der dazu korrespondierenden US-PS 39 38 604 bekannt. Die stufenlos steuerbare Lenkantriebseinheit besteht vorzugsweise aus einer hydrostatischen Pumpe und einem von ihr angetriebenen hydrostatischen Motor. Sie kann jedoch auch aus einer elektrischen Generator-Motor-Einheit bestehen. Ausgehend von einer Null-Stellung mit stillstehendem Abtriebsselement, kann das Abtriebsselement wahlweise im Gegenuhrzeigersinn oder im Uhrzeigersinn gedreht werden, jeweils mit stufenlos steuerbarer Drehzahl von Null bis zu einem Drehzahl-Maximalwert. Das bekannte Lenkgetriebe besteht aus den ersten, zweiten, vierten und fünften Planetengetrieben und den ersten, vierten und fünften Schaltkupplungen. Ein drittes Planetengetriebe und zweite und dritte Schaltkupplungen wie bei vorliegender Erfindung sind beim Stand der Technik nicht vorhanden. Das bekannte Lenkgetriebe ist wahlweise auf eine von drei Betriebsphasen umschaltbar, welche den Phasen A, B und C vorliegender Erfindung entsprechen. Dadurch beträgt die von der Lenkantriebseinheit maximal zu übertragende Lenkantriebsleistung nur 33,3% gegenüber der Lenkantriebsleistung, welche die Lenkantriebseinheit ohne das bekannte Lenkgetriebe übertragen müßte, um einen kleinsten Kurvenradius des Gleiskettenfahrzeuges fahren zu können.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, den Überlagerungs-Lenkantrieb so auszubilden, daß die von der stufenlos steuerbaren Lenkantriebseinheit zu übertragende Lenkantriebsleistung noch weiter reduziert wird und dadurch eine kleinere und billigere Lenkantriebseinheit verwendet werden kann. Gleichzeitig soll der Wirkungsgrad bei niedrigen Drehzahlen der Nullwelle verbessert werden. Dies soll gemäß der Erfindung durch eine möglichst kleine Anzahl von Schaltelementen, insbesondere Schaltkupplungen oder Schaltbremsen erreicht werden, damit der Überlagerungs-Lenkantrieb eine hohe Zuverlässigkeit hat. Außerdem soll durch die Erfindung das Lenkgetriebe schnell von einer Phase auf eine andere Phase umgeschaltet werden können, indem zum Umschalten jeweils nur wenige Schaltelemente betätigt werden müssen, also möglichst jeweils nur eine Schaltkupplung oder eine Schaltbremse geschlossen oder geöffnet werden muß.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 gelöst.

Ferner wird die Aufgabe gemäß der Erfindung durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil von Anspruch 2 gelöst.

Gemäß der Erfindung bildet eine einzige Planetenträgereinheit beide Planetenträger der dritten und vierten Planetengetriebe.

Durch die Erfindung ergeben sich folgende Vorteile: Die von der Lenkantriebseinheit zu übertragende Lenkleistung wird gegenüber dem Stand der Technik von 33,3% auf 20% reduziert. Dadurch kann eine wesentlich kleinere Lenkantriebseinheit verwendet werden, welche vorzugsweise aus einer hydrostatischen Pumpe und einem damit verbundenen hydrostatischen Motor besteht. Sie kann jedoch auch aus einem elektrischen Generator

und einem damit verbundenen elektrischen Motor bestehen. Durch die Getriebeübersetzung des Lenkgetriebes wird außerdem der Wirkungsgrad des Lenkantriebes bei niedrigen Drehzahlen der Nullwelle, also bei

5 großen Fahrradien des Gleiskettenfahrzeuges, verbessert. Gemäß der Erfindung braucht zum Umschalten von einer Phase auf eine andere Phase jeweils nur eine Schaltkupplung geschlossen zu werden. Als Schaltkupplungen werden hier auch Schaltbremsen bezeichnet, welche ein Bremsen und Blockieren eines Elementes der Planetengetriebe des Lenkgetriebes ermöglichen. Dadurch ist es gemäß der Erfindung möglich, beispielsweise bei Slalomfahrt des Gleiskettenfahrzeuges, in sehr kurzer Zeit von beispielsweise 0,8 Sekunden wechselweise zwischen vollem Linkseinschlag eines Fahrzeuglenkrades bis zum vollen Rechtseinschlag des Fahrzeuglenkrades umzulenken. Dabei müssen gemäß der Erfindung nacheinander jeweils nur eine von fünf Schaltkupplungen geschlossen oder geöffnet werden. Durch die geringe Anzahl von Elementen, die beim Lenkvorang geschaltet werden müssen, hat der Überlagerungs-Lenkantrieb gemäß der Erfindung eine große Betriebszuverlässigkeit.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand von zwei Ausführungsformen beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Antriebseinrichtung für ein Gleiskettenfahrzeug mit einem Überlagerungs-Lenkantrieb nach der Erfindung,

Fig. 2 schematisch eine Antriebseinrichtung mit einer weiteren Ausführungsform eines Überlagerungs-Lenkantriebes nach der Erfindung für ein Gleiskettenfahrzeug,

Fig. 3 ein Kurvendiagramm des Lenkwinkels eines Lenkrades eines Gleiskettenfahrzeuges, ausgehend von Null im Diagrammzentrum, wahlweise im Gegenuhrzeigersinn bis zu einem maximalen Minuswert oder im Uhrzeigersinn bis zu einem maximalen Pluswert,

Fig. 4 ein Kurvendiagramm der Abtriebsdrehzahl der stufenlos steuerbaren Lenkantriebseinheit, ausgehend von einem Drehzahlwert Null im Diagrammzentrum, wechselweise in negativer und positiver Drehrichtung, jeweils bis zu einem maximalen Minuswert oder einem maximalen Pluswert,

Fig. 5 ein Kurvendiagramm der Drehzahl einer Nullwelle des Überlagerungsantriebes, ausgehend von der Drehzahl Null im Diagrammzentrum, bis zu einem maximalen Minuswert am linken Diagrammende und zu einem maximalen Pluswert am rechten Diagrammende,

Fig. 6 schematisch die einzelnen Betriebs-Phasen A, B, D für Drehung des Lenkwinkels von Fig. 3 im Gegenuhrzeigersinn und die Betriebs-Phasen A, C und E für Drehung des Lenkwinkels von Fig. 3 im Uhrzeigersinn, wobei in der Mitte von Phase A das Gleiskettenfahrzeug gerade fährt.

Fig. 7 ein schematisches Diagramm der Schaltfolgen von Schaltkupplungen des erfindungsgemäßen Lenkantriebes, wobei der Zustand von geschlossenen Schaltkupplungen jeweils durch dicke schwarze Striche dargestellt ist, und wobei die in Fig. 7 durch dicke Striche dargestellten geschlossenen Zustände der Schaltkupplungen für jede Schaltkupplung den darüber fluchtend angeordneten Diagrammzustand in den Diagrammen der Fig. 3, 4, 5 und 6 ergeben,

Fig. 8 schematisch den Lenksantrieb von Fig. 1, mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossener Schaltkupplung K 1 die Lenkantriebsleistung übertragen, was die Betriebs-Phase A von Fig. 6

und die darüber in den Fig. 4 und 5 dargestellten Betriebszustände ergibt, wenn der über der Phase A in Fig. 3 dargestellte Lenkwinkel eingestellt wird an einem Fahrzeug-Lenkrad,

Fig. 9 den Lenkantrieb von Fig. 1 mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Schaltkupplungen K 2 und K 5 die Lenkantriebsleistung übertragen, was die Betriebs-Phase B von Fig. 6, und die darüber dargestellten Betriebszustände in den Fig. 4 und 5 ergeben, wenn der darüber der Phase B in Fig. 3 dargestellte Lenkwinkel eingestellt wird,

Fig. 10 den Lenkantrieb von Fig. 1, mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Schaltkupplungen K 5 und K 3 die Lenkantriebsleistung übertragen, was der Betriebs-Phase D von Fig. 6 entspricht und die darüber dargestellten Betriebszustände in den Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber dargestellte Lenkwinkel von Fig. 3 eingestellt wird,

Fig. 11 den Lenkantrieb von Fig. 1 mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Kupplungen K 2 und K 4 gemäß Fig. 7 die Lenkantriebsleistung übertragen, was der Phase C in Fig. 6 entspricht und die darüber dargestellten Betriebszustände der Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber dargestellte Lenkwinkel von Fig. 3 eingestellt wird.

Fig. 12 den Lenkantrieb von Fig. 1 dargestellten mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Schaltkupplungen K 3 und K 4 die Lenkleistung übertragen, was der Phase E von Fig. 6 entspricht die die darüber dargestellten Betriebszustände der Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber dargestellte Lenkwinkel von Fig. 3 eingestellt wird,

Fig. 13 den Lenkantrieb von Fig. 2 mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, die bei geschlossener Kupplung K 1 gemäß Fig. 7 die Lenkantriebsleistung übertragen, was der Phase A von Fig. 6 entspricht und die darüber dargestellten Betriebszustände der Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber dargestellte Lenkwinkel von Fig. 3 eingestellt wird,

Fig. 14 das Getriebe von Fig. 2 mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Schaltkupplungen K 2/2 und K 5 entsprechend Fig. 7 die Lenkantriebsleistung übertragen, was der Phase B von Fig. 6 entspricht und die darüber dargestellten Betriebszustände der Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber dargestellte Lenkwinkelbereich von Fig. 3 eingestellt wird,

Fig. 15 den Lenkantrieb von Fig. 2 mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Schaltkupplungen K 3/2 und K 5 entsprechend Fig. 7 die Lenkantriebsleistung übertragen, was der Phase D von Fig. 6 entspricht und die darüber dargestellten Betriebszustände der Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber dargestellte Lenkwinkel von Fig. 3 eingestellt wird,

Fig. 16 den Lenkantrieb von Fig. 2 mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Schaltkupplungen K 2/2 und K 4 gemäß Fig. 7 die Lenkantriebsleistung übertragen, was der Phase C von Fig. 6 entspricht und die darüber dargestellten Betriebszustände der Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber dargestellte Lenkwinkel von Fig. 3 eingestellt wird, und

Fig. 17 den Lenkantrieb von Fig. 2 mit in dickeren Strichen dargestellten Elementen, welche bei geschlossenen Schaltkupplungen K 3/2 und K 4 die Lenkantriebsleistung übertragen, was der Phase E von Fig. 6 entspricht und die darüber dargestellten Betriebszustände der Fig. 4 und 5 ergibt, wenn der darüber darge-

stellte Lenkwinkel von Fig. 3 eingestellt wird.

Der in Fig. 1 dargestellte Überlagerungsantrieb enthält einen Fahrtrieb 12 und einen Überlagerungs-Lenkantrieb 14, die beide von einem Fahrzeugmotor 16 angetrieben werden, dessen Abtriebswelle 18 antriebsmäßig mit einem unter Last schaltbaren Gangwechselgetriebe 20 des Fahrtriebes 12 und über einen Getriebezug 22 mit einem Antriebsselement 24 einer stufenlos steuerbaren Lenkantriebseinheit 26 und einem Antriebsselement 28 eines Lenkgetriebes 30 des Überlagerungs-Lenkantriebes 14 antriebsmäßig verbunden ist. Die Lenkantriebseinheit 26 besteht aus einer hydrostatischen Pumpe 32 und einem damit verbundenen hydrostatischen Motor 34, von welchen beiden mindestens eine in Abhängigkeit vom Lenkwinkel eines Lenkrades eines Gleiskettenfahrzeuges einstellbar ist. Anstelle einer solchen hydrostatischen Lenkantriebseinheit 26 könnte auch eine elektrische Einheit mit einem elektrischen Generator 32 und einem elektrischen Motor 34 verwendet werden. Das Gangwechselgetriebe 20 treibt über Abtriebswellen 36 und 38 Hohlräder 40 und 42 von Summierungs-Differentialgetrieben 44 und 46 an, deren Planetenträger 48 und 50 mit Kettenrädern 52 und 54 zum Antrieb von Gleisketten eines Gleiskettenfahrzeuges verbindbar sind. Die Sonnenräder 56 und 58 der Differentialgetriebe 44 und 46 sind über eine Nullwelle 60 und dazwischen angeordnete Zahnräder 61 bis 65 antriebsmäßig miteinander verbunden.

Insoweit entspricht die Ausführungsform von Fig. 1 auch der Ausführungsform von Fig. 2, mit Ausnahme eines anders ausgebildeten Lenkgetriebes als das Lenkgetriebe 30 von Fig. 1, weshalb diese Teile in Fig. 2 mit gleichen Bezugswahlen versehen sind, jedoch nicht nochmals beschrieben werden.

Das Lenkgetriebe 30 enthält folgende Elemente:

a1) ein erstes Planetengetriebe 101 mit einem inneren Sonnenrad 72, welches mit einem Abtriebsselement 73 der Lenkantriebseinheit 26 durch eine Hohlwelle 74 verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad 75, und mit einem Planetenräder 76 tragenden Planetenträger 77, welcher das Abtriebsselement des Lenkgetriebes 30 ist und drehfest mit der Nullwelle 60 verbunden ist, die sich axial durch die Hohlwelle 74 hindurch erstreckt;

a2) eine erste Schaltkupplung 1, welche auch als Schaltbremse bezeichnet werden kann, zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades 75 des ersten Planetengetriebes 101;

b1) ein zweites Planetengetriebe 102 mit einem inneren Sonnenrad 80, welches ebenfalls über die Hohlwelle 74 mit dem Abtriebsselement 73 der Lenkantriebseinheit 26 antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad 81, welches mit dem Planetenträger 77 des ersten Planetengetriebes 71 drehfest verbunden ist, und mit einem Planetenräder 82 tragenden Planetenträger 83;

c1) ein viertes Planetengetriebe 104 mit einem inneren Sonnenrad 86, welches über das als Hohlwelle ausgebildete Antriebsselement 28 vom Motor 16 angetrieben ist, mit einem äußeren Hohlrad 87, und mit einem Planetenräder 88 tragenden Planetenträger 90;

c2) eine vierte Schaltkupplung 4, welche auch als Schaltbremse bezeichnet werden kann, zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades 87 des vierten Planetengetriebes 104;

d1) ein fünftes Planetengetriebe 105 mit einem in-



neren Sonnenrad 92, welches über das als Hohlwelle ausgebildete Antriebsselement 28 vom Motor 16 antreibbar ist, mit einem äußeren Hohlrad 93, welches mit dem Planetenträger 90 des vierten Planetengetriebes 104 drehfest verbunden ist, und mit einem Planetenräder 94 aufweisenden Planetenträger 95;

d2) eine fünfte Schaltkupplung 5, welche auch als Schaltbremse bezeichnet werden kann, zum Bremsen und Blockieren des Planetenträgers 95 des fünften Planetengetriebes 105;

e1) ein drittes Planetengetriebe 103 mit einem inneren Sonnenrad 96, welches mit dem Hohlrad 75 des ersten Planetengetriebes 101 drehfest verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad 97, und mit einem Planetenräder 98 tragenden Planetenträger 99, welcher mit dem Planetenträger 90 des vierten Planetengetriebes 104 drehfest verbunden ist;

e2) eine dritte Schaltkupplung 3, welche auch als Schaltbremse bezeichnet werden kann, zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades 97 des dritten Planetengetriebes 103, und

b2) eine zweite Schaltkupplung 2 zum gleichzeitigen Ankuppeln und drehfest Verbinden des Planetenträgers 83 des zweiten Planetengetriebes 102 mit den beiden Planetenträgern 99 und 90 des dritten Planetengetriebes 103 und des vierten Planetengetriebes 104.

Die Funktion des Überlagerungs-Lenkantriebes 14 ist in den Fig. 3 bis 12 dargestellt. Fig. 8 zeigt die Phase A von Fig. 6, Fig. 9 die Phase B, Fig. 10 die Phase D, Fig. 11 die Phase C und Fig. 12 die Phase E. Wenn alle Kupplungen 1, 2, 3, 4 und 5 geöffnet sind, wird keine Lenkleistung übertragen. Zur Stabilisierung der Geradeausfahrt des Gleiskettenfahrzeuges wird für die Geradeausfahrt die Schaltkupplung 1 entsprechend Fig. 7 geschlossen. Diese Schaltkupplung 1 bleibt entsprechend Fig. 7 innerhalb der in Fig. 6 gezeigten Phase A notwendigerweise auch dann geschlossen, wenn der in Fig. 3 dargestellte Lenkwinkel des Gleiskettenfahrzeuges ausgehend vom Lenkwinkel Null im Diagrammzentrum entweder im Gegenuhrzeigersinn, was als Minuswerte dargestellt ist, oder im Uhrzeigersinn, was als Pluswerte dargestellt ist, innerhalb des über der Phase A liegenden Bereiches verändert wird. Dabei wird die Abtriebsdrehzahl am Abtriebsselement 73 der Lenkantriebseinheit 26 ausgehend vom Diagrammzentrum  $M$  in der einen Drehrichtung vom Drehzahlwert Null bis zu einem maximalen Minuswert 111 erhöht, wenn der Lenkwinkel entsprechend Fig. 3 vom Diagrammzentrum  $M$  in Minusrichtung innerhalb der Phase A vergrößert wird. In Fig. 3 ist die Geradeausfahrt des Gleiskettenfahrzeuges durch einen Pfeil 120 dargestellt, welcher theoretisch durch die Mittelpunkte aller Diagramme der Fig. 3, 4, 5, 6, und 7 geht. Eine Linkskurve des Gleiskettenfahrzeuges ist durch einen Pfeil 121 und eine Rechtskurve durch einen Pfeil 122 angedeutet. Bei einer Rechtskurve wird der Lenkwinkel von Fig. 3 im Uhrzeigersinn oder in positiver Drehrichtung vergrößert. Solange der Lenkwinkel von Fig. 3 innerhalb der Phase A von Fig. 6 liegt, wird die Kurvenfahrt des Gleiskettenfahrzeuges lediglich durch Antrieb des Abtriebsselementes 73 durch die Lenkantriebseinheit 26 ausgehend von Drehzahl Null im Mittelpunkt durch  $M$  von Fig. 4 bis zu einem maximalen Minuswert 111/1 für Linksfahrt 121 oder bis zu einem maximalen Pluswert 112/1 für Rechtsfahrt 122 bewirkt, während das Lenkgetriebe 30

durch die geschlossene Kupplung 1 lediglich zur Drehmomentabstützung dient. Für außerhalb der Phase A von Fig. 6 liegenden Lenkwinkel von Fig. 3 muß das Lenkgetriebe 30 auf eine der anderen in Fig. 6 dargestellten Betriebsphasen eingestellt werden, wobei für alle größeren Lenkwinkel von Fig. 3 des Lenkrades eines Gleiskettenfahrzeuges, was kleineren Fahrkurvenradien des Gleiskettenfahrzeuges entspricht, verschiedene Getriebeübersetzungen des Lenkgetriebes 30 erforderlich sind. Für außerhalb der Phase A von Fig. 6 liegende Lenkwinkel von Fig. 3 muß die Kupplung 1 geöffnet und entweder für Linkskurvenfahrt 121 die Kupplung 5 geschlossen oder für Rechtskurvenfahrt 122 die Kupplung 4 geschlossen werden. Die Kupplungen 5 oder 4 können zu einem beliebigen Zeitpunkt geschlossen werden, solange die Kupplung 1 für die Phase A noch geschlossen ist. Dadurch braucht zum Umschalten auf eine der anderen Phasen B und D für Linkskurvenfahrt 121 oder C und E für Rechtskurvenfahrt 122 jeweils nur eine der Kupplungen 2 oder 3 geschlossen zu werden. Dadurch kann beispielsweise in Kampfsituationen bei Slalomfahrt des Gleiskettenfahrzeuges das Lenkrad in extrem kurzer Zeit maximal nach links und nach rechts wechselweise eingeschlagen werden, also der Lenkrad-Lenkwinkel von Fig. 3 zwischen dem maximalen Minuswert und dem maximalen Pluswert extrem schnell verändert werden, beispielsweise innerhalb von 0,8 Sekunden. Beim Vergrößern des negativen Lenkwinkels von Fig. 3, was einem größeren Lenkradeinschlag für Linkskurvenfahrt 121 entspricht, innerhalb der Phase B vom Ende der Phase A bis zum Beginn der Phase D in Fig. 6 verringert sich die Abtriebsdrehzahl des Abtriebsselementes 73 der Lenkantriebseinheit 26 bis zum Wert Null und geht durch den Nullpunkt hindurch bis zu einem maximalen Pluswert 112/2, wobei die negative Drehzahl der Nullwelle 60 entsprechend Fig. 5 kontinuierlich in negativer Drehrichtung über dem Bereich B von Fig. 6 vergrößert wird.

Bei weiterer Vergrößerung des Lenkwinkels von Fig. 3 bis zum maximalen Minuswert durch Drehen des Lenkrades für Linkskurvenfahrt 121 bis zum Lenkradeinschlag wird beim Übergang von Phase B nach Phase D die Kupplung 2 geöffnet und die Kupplung 3 geschlossen. Mit zunehmend größerem negativen Lenkwinkel von Fig. 3 innerhalb der Phase D von Fig. 6 wird die Abtriebsdrehzahl des Abtriebsselementes 73 der Lenkantriebseinheit 26 vom maximalen Pluswert 112/2 wieder auf den Drehzahlwert Null reduziert und stufenlos durch den Nullwert hindurch in der entgegengesetzten Drehrichtung, also in Fig. 4 von Plusdrehrichtung in Minusdrehrichtung, bis zum maximalen Minuswert 111/2 erhöht. Dadurch wird wegen der geschlossenen Kupplung 3 die Nullwelle 60 von dem Abtriebsselement 77 des Lenkgetriebes 30, welches der Planetenträger 77 des ersten Planetengetriebes 101 ist, entsprechend Fig. 5 mit stufenlos größer werdender negativer Drehzahl bis zur maximalen negativen Drehzahl von Fig. 5 am Ende der Phase D von Fig. 6 angetrieben. Bei Rechtskurvenfahrt 122 ergeben sich die Phasen C und E in entsprechender Weise wie die Phasen B und D. Jedoch ist die Kupplung 5 bei Rechtskurvenfahrt 122 stets geöffnet, während die Schaltkupplung 4 stets geschlossen ist, und zusätzlich wird für die Phase C von Fig. 6 die Kupplung 2 geschlossen, während für die Phase E von Fig. 6 die Kupplung 2 geöffnet und zusätzlich zu Kupplung 4 die Kupplung 3 geschlossen wird. Dabei wird mit zunehmendem positivem Lenkwinkel von Fig. 3, ausgehend vom Diagrammzentrum  $M$  bis zum maximalen

Pluswert, bei geschlossener Schaltkupplung 2 von Fig. 7 die Drehzahl des Abtriebsselements 73 der Lenkantriebseinheit 26 vom maximalen Pluswert 102/1 in Fig. 4 stufenlos auf Null reduziert und auf einen negativen Maximalwert 111/3 erhöht, während der Phase C von Fig. 6, und anschließend wird während der Phase E bei geschlossener Schaltkupplung 3 von Fig. 7 die Abtriebsdrehzahl des Abtriebsselementes 73 der Lenkantriebseinheit 26 vom maximalen Minuswert 111/3 bis auf Null reduziert und stufenlos in entgegengesetzter Drehrichtung bis zu dem maximalen Pluswert 112/3 erhöht. Dabei wird die Drehzahl der Nullwelle entsprechend Fig. 5 ausgehend vom Diagrammzentrum M stufenlos von Null auf einen positiven Maximalwert erhöht, also für Rechtskurvenfahrt 112 in entgegengesetzter Drehrichtung als bei Linkskurvenfahrt 121 angetrieben. Die maximalen Pluswerte 112/1, 112/2 und 112/3 von Fig. 4 sind alle gleich groß. Auch die maximalen Minuswerte 111/1, 111/2 und 111/3 von Fig. 4 sind alle gleich groß. Die Kupplungen 1, 2 und 3 werden vorteilhafter Weise jeweils mit Schlupf einander überlappend geschaltet, wenn von einer der Phasen A, B, D oder A, C und E von Fig. 6 umgeschaltet wird, damit ein ruckfreier Antrieb der Nullwelle mit stufenloser Drehzahländerung entsprechend Fig. 5 gewährleistet ist.

Bei dem Überlagerungs-Lenkantrieb sind die Planetengetriebe 101, 102, 103, 104 und 105 sowie die stufenlos steuerbare Lenkantriebseinheit 26 in dieser Reihenfolge axial hintereinander und koaxial zur Nullwelle 60 angeordnet.

Entsprechend den Fig. 6 und 7 ist in der Phase A für Geradeausfahrt und Kurvenfahrt nur die Schaltkupplung K 1 geschlossen. Während des Endabschnittes der Phase A zur Phase B hin wird zu einer beliebigen Zeit die Kupplung K 5 für Linkskurvenfahrt geschlossen; an dem mit Bezug auf die Zeichnung linken Ende von Phase A in Fig. 6 wird zur Einschaltung der Phase B für Linkskurvenfahrt 121 die Schaltkupplung 1 geöffnet und gleichzeitig die Kupplung 2 geschlossen; am linken Ende der Phase B wird zur Einschaltung der Phase D für Linkskurvenfahrt 121 die Kupplung 2 geöffnet und gleichzeitig die Kupplung 3 geschlossen; beim Zurückdrehen von Linkskurvenfahrt 121 auf Geradeausfahrt von Phase D über Phase B nach Phase A werden nacheinander die Kupplung 3 geöffnet und gleichzeitig die Kupplung 2 geschlossen für Phase B und dann die Kupplung 2 geöffnet und gleichzeitig die Kupplung 1 geschlossen für Phase A, wonach für die exakte Geradeausfahrt in der Mitte von Phase A auch die Kupplung 5 zu einem beliebigen Zeitpunkt geöffnet wird. Bei Rechtskurvenfahrt 122 wird während des rechten Endabschnittes von Phase A zu einem beliebigen Zeitpunkt die Schaltkupplung 4 für Rechtskurvenfahrt 122 geschlossen; am rechten Ende der Phase A wird zur Umschaltung auf Phase C die Schaltkupplung 1 geöffnet und gleichzeitig die Schaltkupplung 2 geschlossen; beim Übergang von Phase C auf Phase E wird die Schaltkupplung 2 geöffnet und gleichzeitig die Schaltkupplung 3 geschlossen, und beim Zurückdrehen von Rechtskurvenfahrt 122 mit kleinstem Kurvenradius bis zurück auf Geradeausfahrt wird am linken Ende von Phase E zur Umschaltung auf Phase C die Kupplung 3 geöffnet und gleichzeitig die Kupplung 2 geschlossen; beim Übergang von Phase C auf Phase A wird die Schaltkupplung 2 geöffnet und gleichzeitig die Schaltkupplung 1 geschlossen, und zu einem beliebigen Zeitpunkt nach der Umschaltung auf Phase A wird beim weiteren Vergrößern des Kurvenradius der Rechtskurvenfahrt

122 auf exakte Geradeausfahrt die Kupplung 4 geöffnet, so daß bei Geradeausfahrt stets nur die Schaltkupplung 1 geschlossen ist. Dadurch wird die Lenkantriebsleistung für die Phasen A, B, D und C und E von Fig. 6, in dieser Reihenfolge, jeweils nur durch diejenigen Elemente des Überlagerungs-Lenkantriebes übertragen, welche in den Fig. 8, 9, 10, 11 und 12 jeweils durch dickere Striche dargestellt sind.

Der Überlagerungs-Lenkantrieb nach der Erfindung gemäß der weiteren Ausführungsform von Fig. 2 der Zeichnungen funktioniert in der gleichen Weise, so daß die Diagramme der Fig. 3, 4, 5, 6 und 7 auch für die Ausführungsform nach Fig. 2 zutreffen. Es sind lediglich konstruktive Unterschiede vorhanden, weshalb die Kupplungen von Fig. 2, welche den Kupplungen 2 und 3 von Fig. 1 entsprechen, in Fig. 2 mit 2/2 und 3/2 bezeichnet sind. Deshalb sind in Fig. 7 zusätzlich zu den Bezugswerten 2 und 3 der Schaltkupplungen von Fig. 1 auch die Bezugswerte 2/2 und 3/2 der funktionsmäßig dazu korrespondierenden Schaltkupplungen von Fig. 2 angegeben. Alle Elemente des Überlagerungs-Lenkantriebes und des Fahrtriebes von Fig. 2 sind mit gleichen Bezugswerten wie in Fig. 1 versehen, wobei jedoch jene Elemente in Fig. 2 mit der Zusatzzahl ".../2" versehen sind, welche funktionell gleich, jedoch konstruktiv anders sind als in Fig. 1. Wegen der vollständigen funktionellen Übereinstimmung und der teilweisen konstruktiven Übereinstimmung, werden im folgenden nur die Teile beschrieben, welche von entsprechenden Teilen in Fig. 1 konstruktiv abweichen oder welche zum Verständnis nochmals beschrieben werden müssen.

Die Ausführungsform nach Fig. 2 zeigt eine Antriebs-einrichtung für ein Gleiskettenfahrzeug, bei welchem die für die Kurvenfahrt 121, 122 erforderliche Lenkantriebsleistung des Überlagerungs-Lenkantriebes 14 über zwei Summierungs-Differentialgetriebe 44, 46 einem Fahrtrieb 12 überlagert wird, und die beiden Summierungs-Differentialgetriebe 44, 46 über eine Nullwelle 60 antriebsmäßig miteinander verbunden sind. Der Überlagerungs-Lenkantrieb enthält eine stufenlos steuerbare Lenkantriebseinheit 26 mit stufenlos steuerbarer Abtriebsdrehzahl an einem Abtriebsselement 73. Diese Lenkantriebseinheit ist vorzugsweise eine Kombination aus einer hydrostatischen Pumpe 32 und einem damit verbundenen hydrostatischen Motor 34, jedoch kann stattdessen auch ein elektrischer Generator 24 und ein damit verbundener elektrischer Motor 26 verwendet werden. Ferner enthält der Lenkantrieb ein Lenkgetriebe 30, welches ohne Leistungsunterbrechung stufenlos auf die verschiedenen Betriebs-Phasen A, B, D, C, E umschaltbar ist und welches folgende Elemente enthält:

- a1) ein erstes Planetengetriebe 101 mit einem inneren Sonnenrad 72, welches mit einem Abtriebsselement 73 der stufenlosen Lenkantriebseinheit 26 antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad 75, und mit einem Planetenräder 76 tragenden Planetenträger 77, welcher das Abtriebsselement des Lenkgetriebes 30 ist,
- a2) eine erste Schaltkupplung 1 zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades 75 des ersten Planetengetriebes 101,
- b1) ein zweites Planetengetriebe 102 mit einem inneren Sonnenrad 80, welches mit dem Abtriebsselement 73 der Lenkantriebseinheit 26 antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad 81, welches mit dem Planetenträger 77 des ersten Plane-



tengetriebes 101 antriebsmäßig verbunden ist, und mit einem Planetenräder 82 tragenden Planetenträger 83,

c1) ein viertes Planetengetriebe 104 mit einem inneren Sonnenrad 86, welches von einem Motor 16 antreibbar ist, mit einem äußeren Hohlrad 87, und mit einem Planetenräder 88 tragenden Planetenträger 90,

c2) eine vierte Schaltkupplung 4 in Form einer Schaltbremse zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades 87 des vierten Planetengetriebes 104, d1) ein fünftes Planetengetriebe 105 mit einem inneren Sonnenrad 92, welches von dem Motor 16 antreibbar ist, mit einem äußeren Hohlrad 93, welches mit dem Planetenträger 90 des vierten Planetengetriebes 104 antriebsmäßig verbunden ist, und mit einem Planetenräder 94 tragenden Planetenträger 95,

d2) eine fünfte Schaltkupplung 5 in Form einer Schaltbremse zum Bremsen und Blockieren des Planetenträgers 95 des fünften Planetengetriebes 105.

Ferner enthält der Lenkantrieb nach Fig. 2

e1) ein drittes Planetengetriebe 103/2 mit einem inneren Sonnenrad 96, mit einem äußeren Hohlrad 97/2, welches undrehbar blockiert ist, und mit einem Planetenräder 98 tragenden Planetenträger 99, welcher mit dem Planetenträger 90 des vierten Planetengetriebes 104 antriebsmäßig verbunden ist,

e2) eine dritte Schaltkupplung 3/2 zum antriebsmäßigen Verbinden des Sonnenrades 96 des dritten Planetengetriebes 103/2 mit dem Hohlrad 75 des ersten Planetengetriebes 101, und

b2) eine zweite Schaltkupplung 2/2 zum gleichzeitigen antriebsmäßigen Verbinden des Planetenträgers 83 des zweiten Planetengetriebes 102 mit den Planetenträgern 99 und 90 des dritten Planetengetriebes 103/2 und vierten Planetengetriebes 104.

Die beiden Planetenträger 99 und 90 des dritten Planetengetriebes 103/2 und des vierten Planetengetriebes 104 sind durch eine einzige Planetengetriebeeinheit gebildet, so daß sie starr miteinander verbunden sind. Die Schaltkupplungen oder Schaltbremsen 1, 2/2, 3/2, 4 und 5 sind, ähnlich wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1, jeweils unmittelbar, also ohne Zwischenräder, mit den von ihnen abzubremsenden und zu blockierenden Elementen verbunden.

Die einzelnen Phasen A, B und D sowie C und E von Fig. 6 ergeben sich bei der Ausführungsform nach Fig. 2 entsprechend Fig. 7 und der jeweils darauf bezogenen vorstehenden Beschreibung von Fig. 1 dadurch, daß anstelle der Schaltkupplung 2 von Fig. 1 die Schaltkupplung 2/2 von Fig. 2, und anstelle der Schaltkupplung 3 von Fig. 1 die Schaltkupplung 3/2 von Fig. 2 geschlossen oder geöffnet wird. Dadurch wird die Lenkantriebsleistung bei der Ausführungsform nach Fig. 2 in der Phase A von Fig. 6 durch die in Fig. 13 mit dickeren Strichen dargestellten Elemente übertragen, in der Phase B durch die in Fig. 14 in dickeren Strichen dargestellten Elemente, in der Phase D durch die in Fig. 15 in dickeren Strichen dargestellten Elemente, in der Phase C durch die in Fig. 16 in dickeren Strichen dargestellten Elemente, und in der Phase E durch die in Fig. 17 in dickeren Strichen dargestellten Elemente.

Beide Ausführungsformen der Erfindung nach den Fig. 1 und 2 haben den Vorteil, daß leistungsschwächere und damit kleinere stufenlos steuerbare Lenkantriebs-einheiten 26 verwendet werden können als beim Stand der Technik. Auch das Lenkgetriebe 30 ist bei beiden Ausführungsformen kompakt klein und benötigt nur wenig Raum.

Das im Rahmen der Beschreibung und der Patentansprüche genannte "Abbremsen und Blockieren" der Schaltkupplungen oder Schaltbremsen 1, 3, 4 und 5 bei der Ausführungsform nach Fig. 1, sowie 1, 4 und 5 bei der Ausführungsform nach Fig. 2 erfolgt jeweils mit Bezug auf ein Getriebegehäuse 200. Das äußere Hohlrad 97/2 von Fig. 2 ist ebenfalls gegenüber dem Getriebegehäuse 200 blockiert.

#### Patentansprüche

1. Überlagerungs-Lenkantrieb (14) für ein Gleiskettenfahrzeug, bei welchem die für die Kurvenfahrt erforderliche Lenkantriebsleistung des Überlagerungs-Lenkantriebes (14) über zwei Summierungs-Differentialgetriebe (44, 46) einem Fahrtrieb (12) überlagert wird, und die beiden Summierungs-Differentialgetriebe (44, 46) über eine Nullwelle (60) antriebsmäßig miteinander verbunden sind,

– mit einer stufenlos steuerbaren Lenkantriebseinheit (26) mit stufenlos steuerbarer Abtriebsdrehzahl,

– und mit einem Lenkgetriebe (30), welches ohne Leistungsunterbrechung auf verschiedene Betriebs-Phasen stufenlos umschaltbar ist, und welches folgende Elemente enthält:

a1) ein erstes Planetengetriebe (101) mit einem inneren Sonnenrad (72), welches mit einem Abtriebsselement (73) der stufenlosen Lenkantriebseinheit (26) antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad (75), und mit einem Planetenräder (76) tragenden Planetenträger (77), welcher das Abtriebsselement des Lenkgetriebes (30) ist,

a2) eine erste Schaltkupplung (1) zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades (75) des ersten Planetengetriebes (101),

b1) ein zweites Planetengetriebe (102) mit einem inneren Sonnenrad (80), welches mit dem Abtriebsselement der stufenlosen Lenkantriebseinheit (26) antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad (81), welches mit dem Planetenträger (77) des ersten Planetengetriebes antriebsmäßig verbunden ist, und mit einem Planetenräder (82) tragenden Planetenträger (83),

c1) ein viertes Planetengetriebe (104) mit einem inneren Sonnenrad (86), welches von einem Motor (16) antreibbar ist, mit einem äußeren Hohlrad (87), und mit einem Planetenräder (88) tragenden Planetenträger (90),

c2) eine vierte Schaltkupplung (4) zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades (87) des vierten Planetengetriebes (104),

d1) ein fünftes Planetengetriebe (105) mit einem inneren Sonnenrad (92), welches von dem Motor (16) antreibbar ist, mit einem äußeren Hohlrad (93), welches mit

dem Planetenträger (40) des vierten Planetengetriebes (104) antriebsmäßig verbunden ist, und mit einem Planetenrädern (94) tragenden Planetenträger (28),  
 d2) eine fünfte Schaltkupplung (5) zum 5 Bremsen und Blockieren des Planetenträgers (28) des fünften Planetengetriebes (105),

gekennzeichnet durch,

- e1) ein drittes Planetengetriebe (103) mit 10 einem inneren Sonnenrad (96), welches mit dem Hohlrad (75) des ersten Planetengetriebes antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad (97), und mit einem Planetenrädern (98) tragenden Planetenträger (99), welcher mit dem Planetenträger (90) des vierten Planetengetriebes (104) antriebsmäßig verbunden ist, 15
- e2) eine dritte Schaltkupplung (3) zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades (97) des dritten Planetengetriebes (103), und 20
- b2) eine zweite Schaltkupplung (2) zum gleichzeitigen antriebsmäßigen Verbinden des Planetenträgers (83) des zweiten Planetengetriebes (102) mit den Planetenträgern (99, 90) des dritten Planetengetriebes (103) und des vierten Planetengetriebes (104). 25

2. Überlagerungs-Lenkantrieb (14) für ein Gleiskettenfahrzeug, bei welchem die für die Kurvenfahrt erforderliche Lenkantriebsleistung des Überlagerungs-Lenkantriebes (14) über zwei Summierungs-Differentialgetriebe (44, 46) einem Fahrantrieb (12) überlagert wird, und die beiden Summierungs-Differentialgetriebe (44, 46) über eine Nullwelle (60) antriebsmäßig verbunden sind, 30

- mit einer stufenlos steuerbaren Lenkantriebseinheit (26) mit stufenlos steuerbarer Abtriebsdrehzahl, 40
- und mit einem Lenkgetriebe (30), welches ohne Leistungsunterbrechung auf verschiedene Betriebs-Phasen stufenlos umschaltbar ist, und welches folgende Elemente enthält:

- a1) ein erstes Planetengetriebe (101) mit 45 einem inneren Sonnenrad (72), welches mit einem Abtriebsselement (73) der stufenlosen Lenkantriebseinheit (26) antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad (75), und mit einem Planetenrädern (76) tragenden Planetenträger (77), welcher das Abtriebsselement des Lenkgetriebes (30) ist, 50
- a2) eine erste Schaltkupplung (1) zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades (75) des ersten Planetengetriebes (101), 55
- b1) ein zweites Planetengetriebe (102) mit einem inneren Sonnenrad (80), welches mit dem Abtriebsselement der stufenlosen Lenkantriebseinheit (26) antriebsmäßig verbunden ist, mit einem äußeren Hohlrad (81), welches mit dem Planetenträger (77) des ersten Planetengetriebes antriebsmäßig verbunden ist, und mit einem Planetenrädern (82) tragenden Planetenträger (83), 60
- c1) ein viertes Planetengetriebe (104) mit einem inneren Sonnenrad (86), welches 65

von einem Motor (16) antreibbar ist, mit einem äußeren Hohlrad (87), und mit einem Planetenrädern (88) tragenden Planetenträger (90),

- c2) eine vierte Schaltkupplung (4) zum Bremsen und Blockieren des Hohlrades (87) des vierten Planetengetriebes (104),
- d1) ein fünftes Planetengetriebe (105) mit einem inneren Sonnenrad (92), welches von dem Motor (16) antreibbar ist, mit einem äußeren Hohlrad (93), welches mit dem Planetenträger (40) des vierten Planetengetriebes (104) antriebsmäßig verbunden ist, und mit einem Planetenrädern (94) tragenden Planetenträger (28),
- d2) eine fünfte Schaltkupplung (5) zum Bremsen und Blockieren des Planetenträgers (28) des fünften Planetengetriebes (105),

gekennzeichnet durch,

- e1) ein drittes Planetengetriebe (103/2) mit einem inneren Sonnenrad (96), mit einem äußeren Hohlrad (97/2), welches umdrehbar blockiert ist, und mit einem Planetenrädern (98) tragenden Planetenträger (99), welcher mit dem Planetenträger (90) des vierten Planetengetriebes (104) antriebsmäßig verbunden ist,
- e2) eine dritte Schaltkupplung (3/2) zum antriebsmäßigen Verbinden des Sonnenrades (96) des dritten Planetengetriebes (103/2) mit dem Hohlrad (75) des ersten Planetengetriebes (101), und
- b2) eine zweite Schaltkupplung (2/2) zum gleichzeitigen antriebsmäßigen Verbinden des Planetenträgers (83) des zweiten Planetengetriebes (102) mit den Planetenträgern (99, 90) des dritten Planetengetriebes (103/2) und des vierten Planetengetriebes (104). 1

3. Überlagerungs-Lenkantrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine einzige Planetenträgereinheit beide Planetenträger (99, 90) des dritten Planetengetriebes (103; 103/2) und des vierten Planetengetriebes (104) bildet.

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen



FIG.1

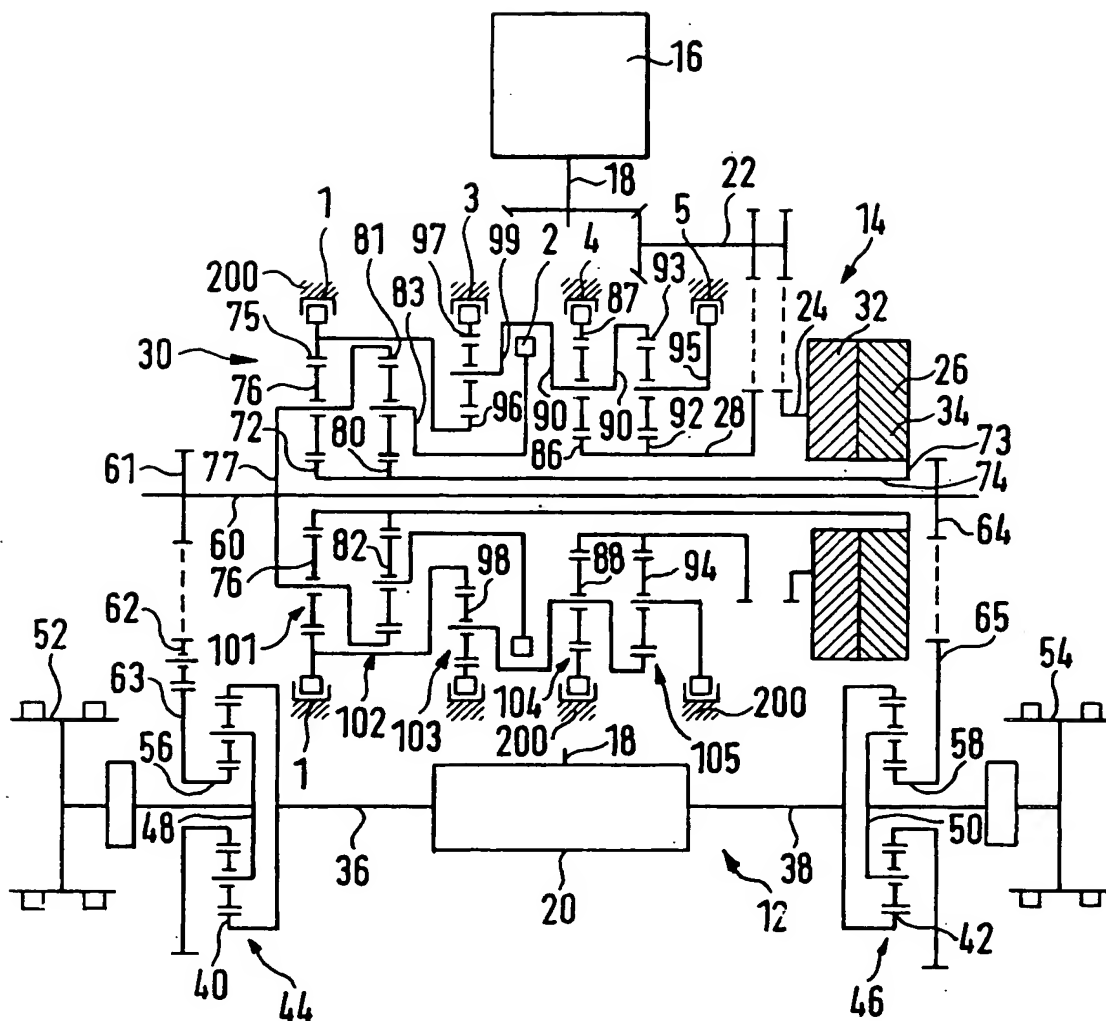
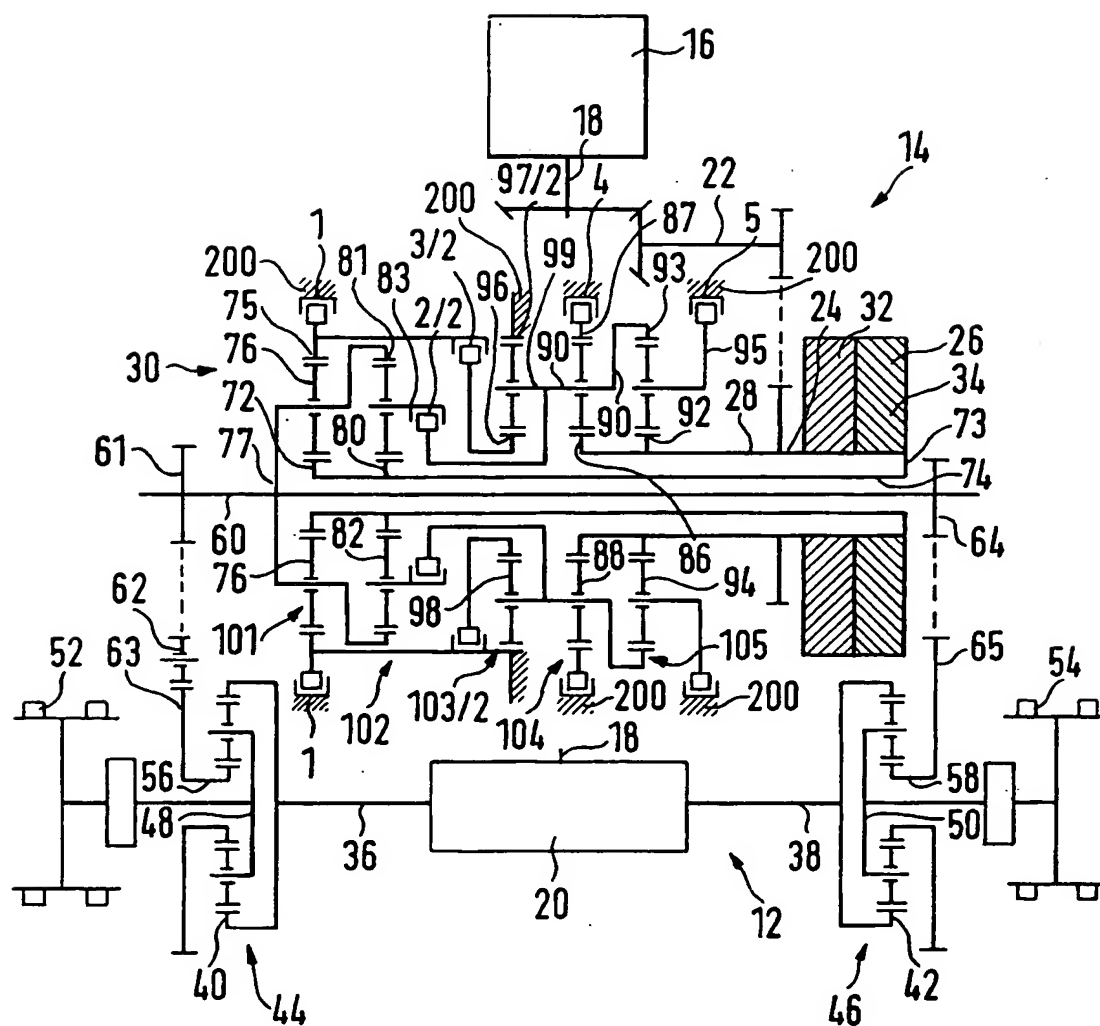


FIG. 2



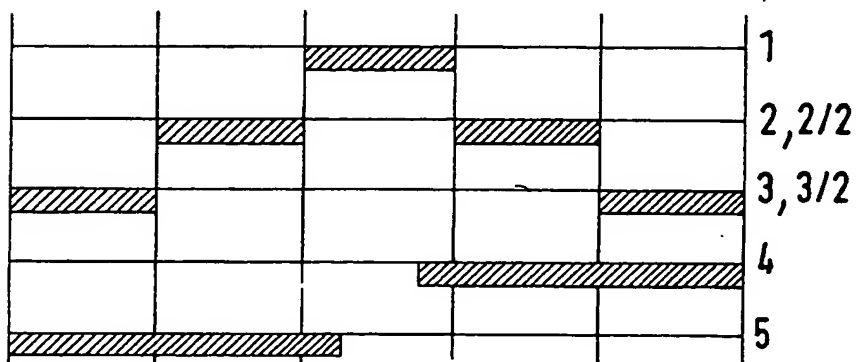
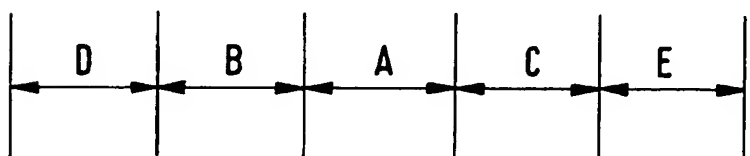
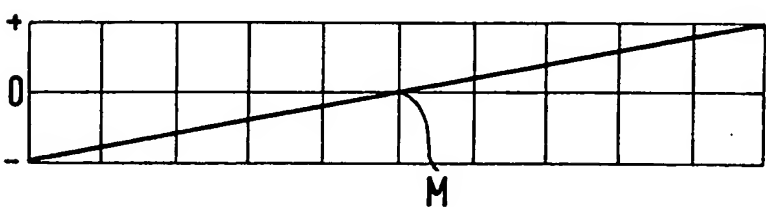
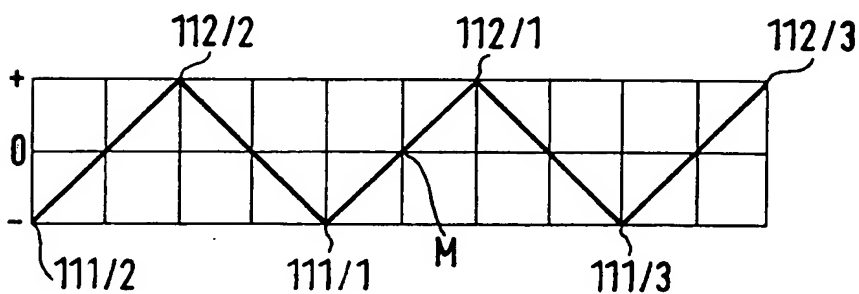
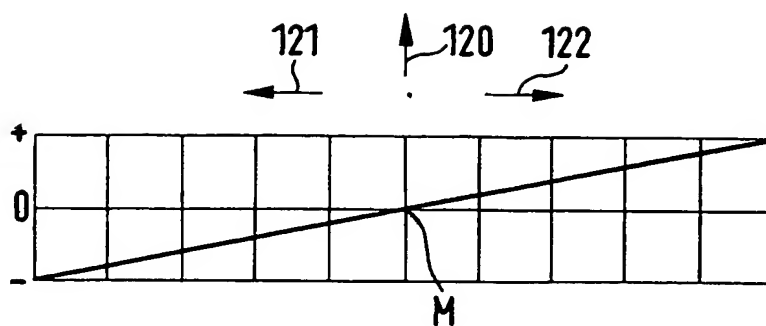


FIG. 8

A

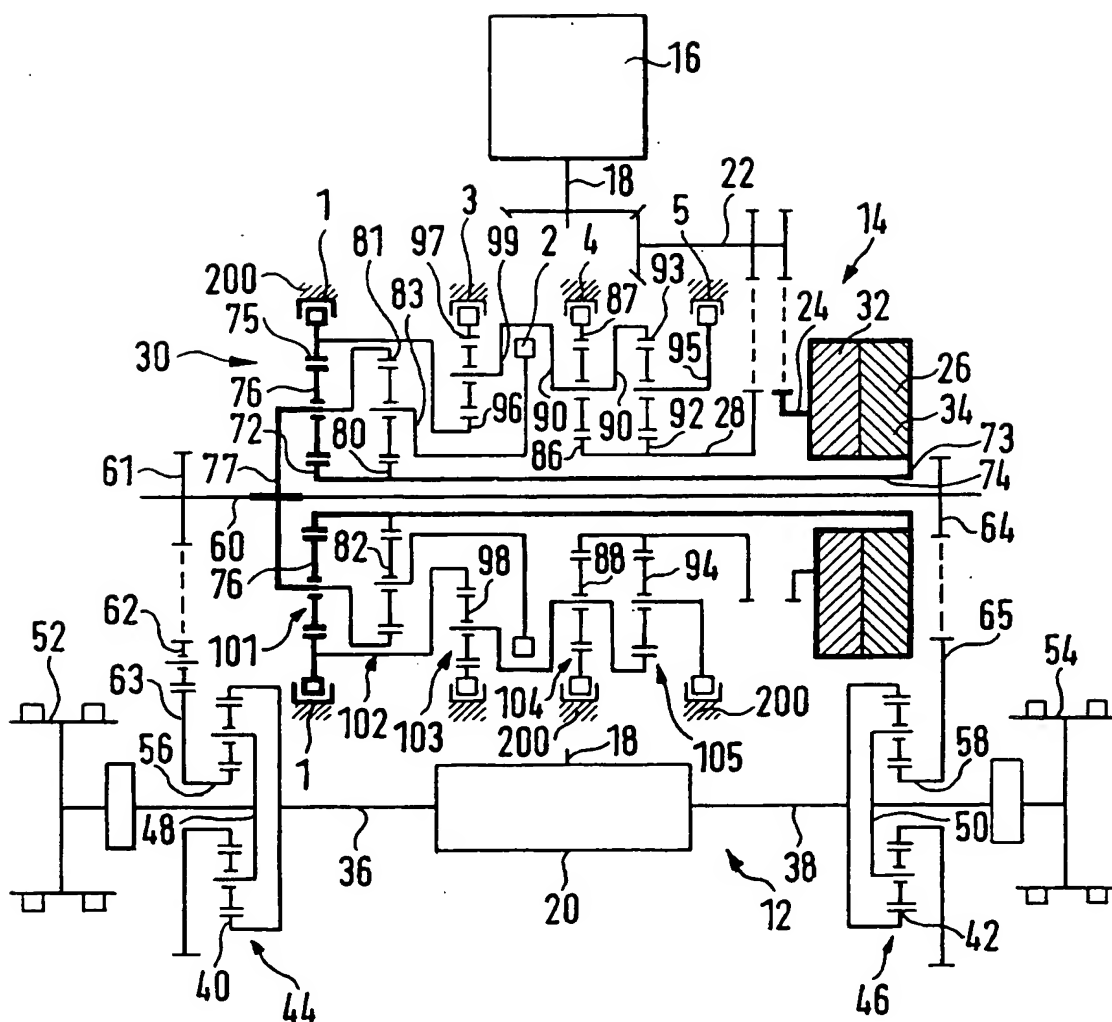


FIG. 9

B

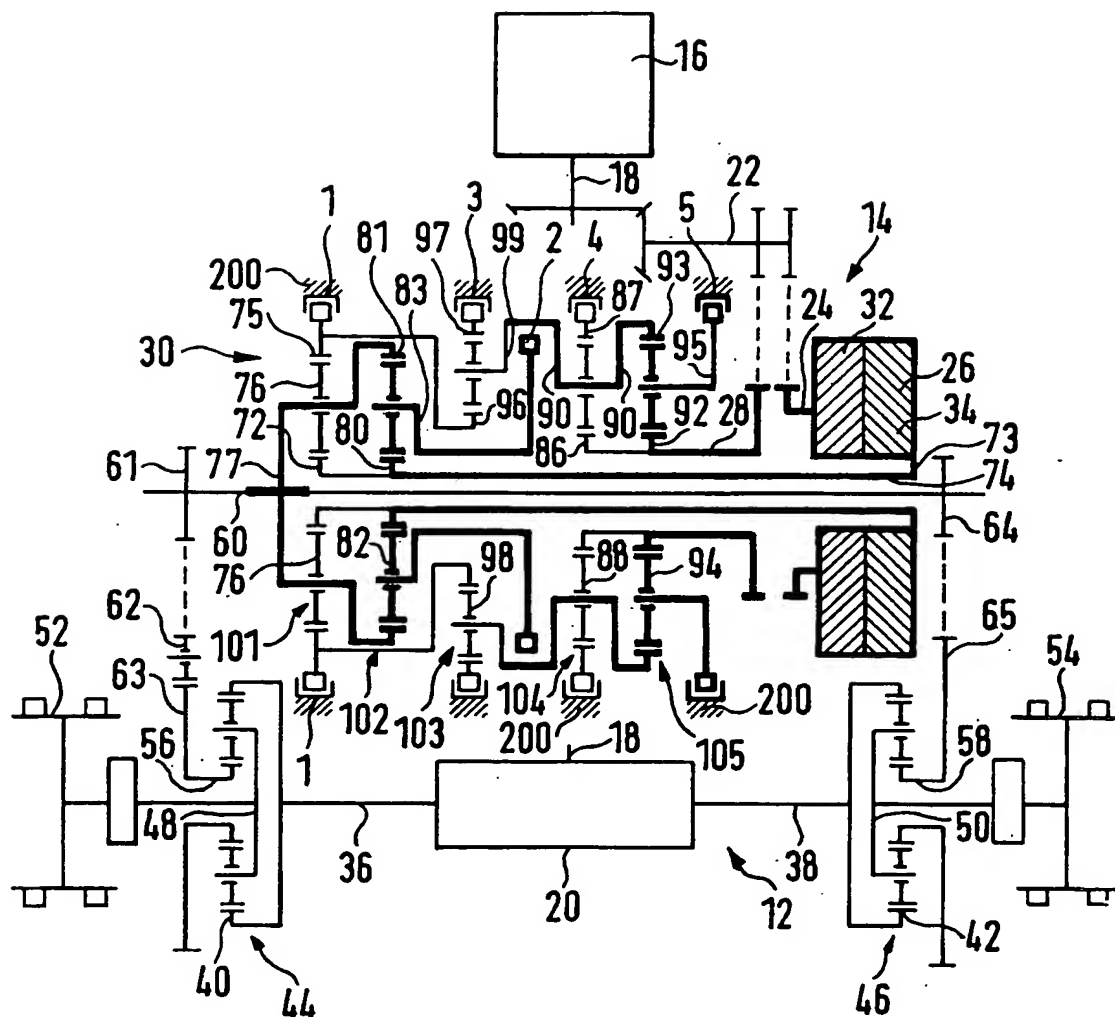


FIG. 10

0

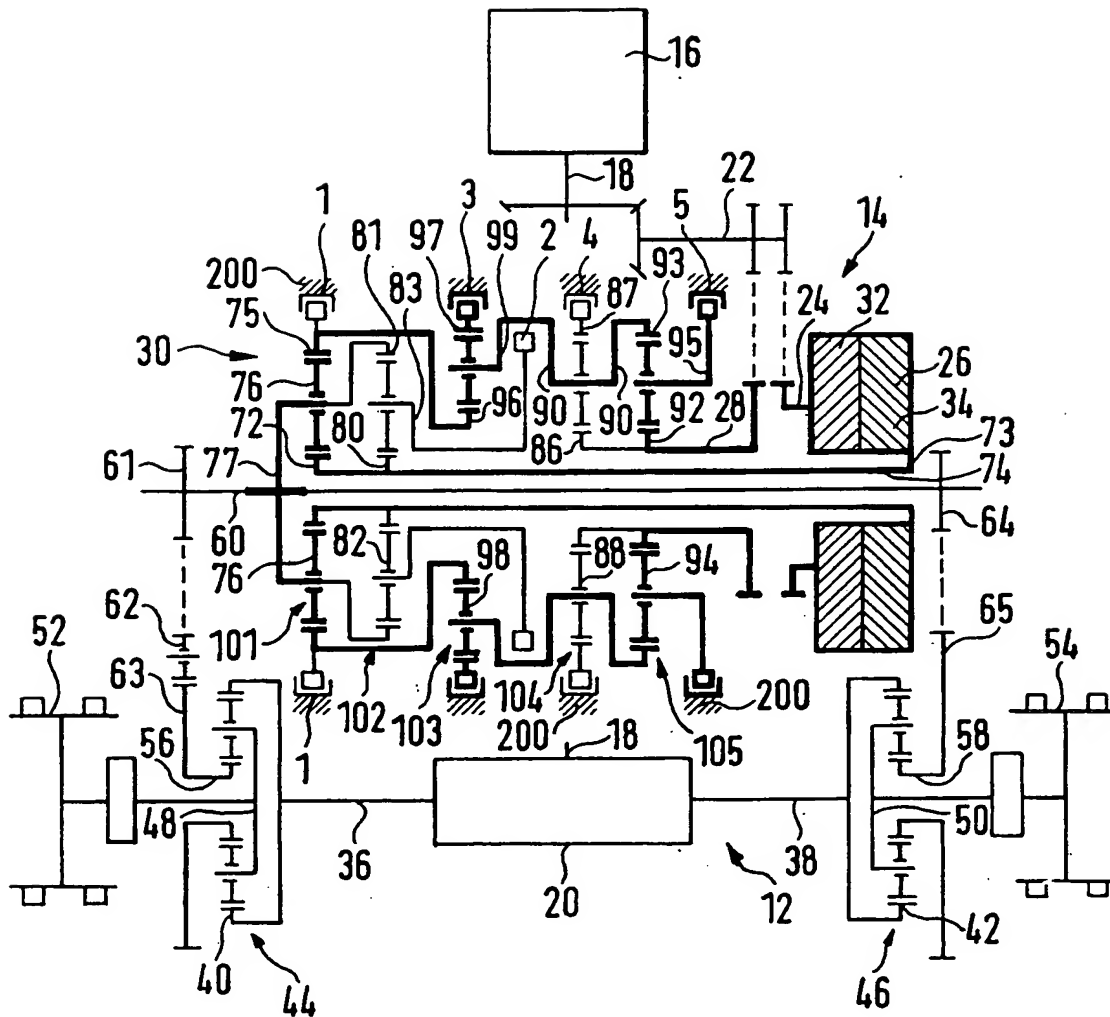




FIG. 11

C

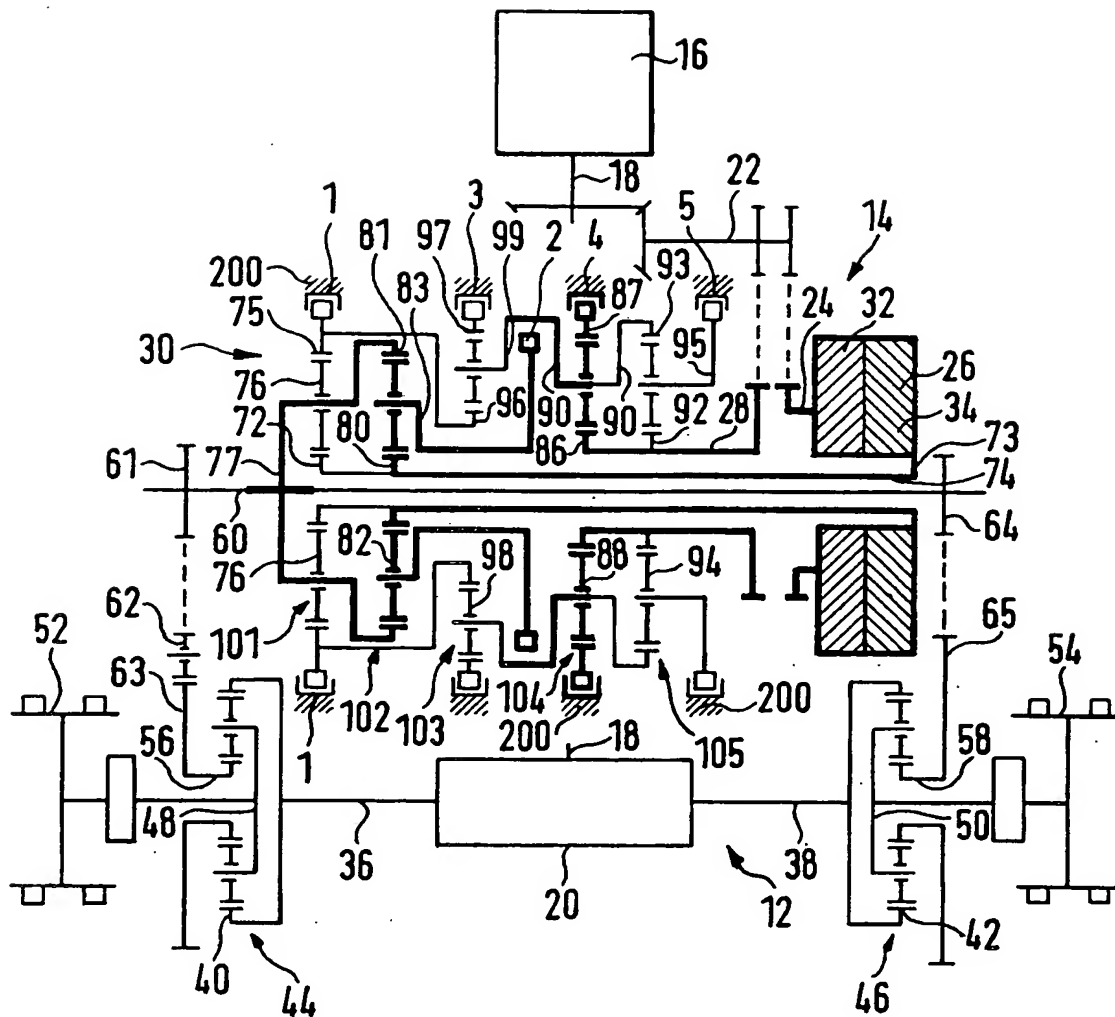


FIG. 12

E

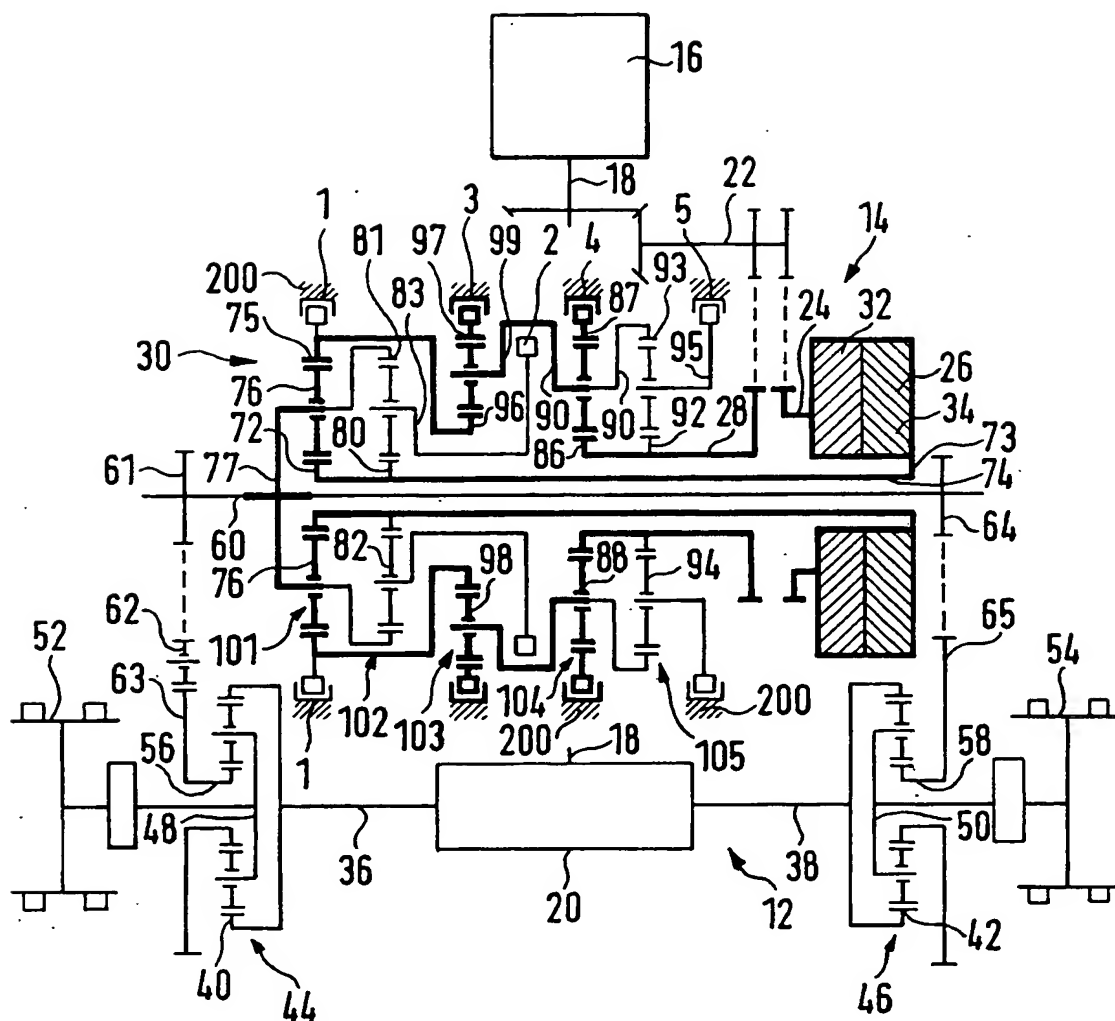


FIG. 13

A

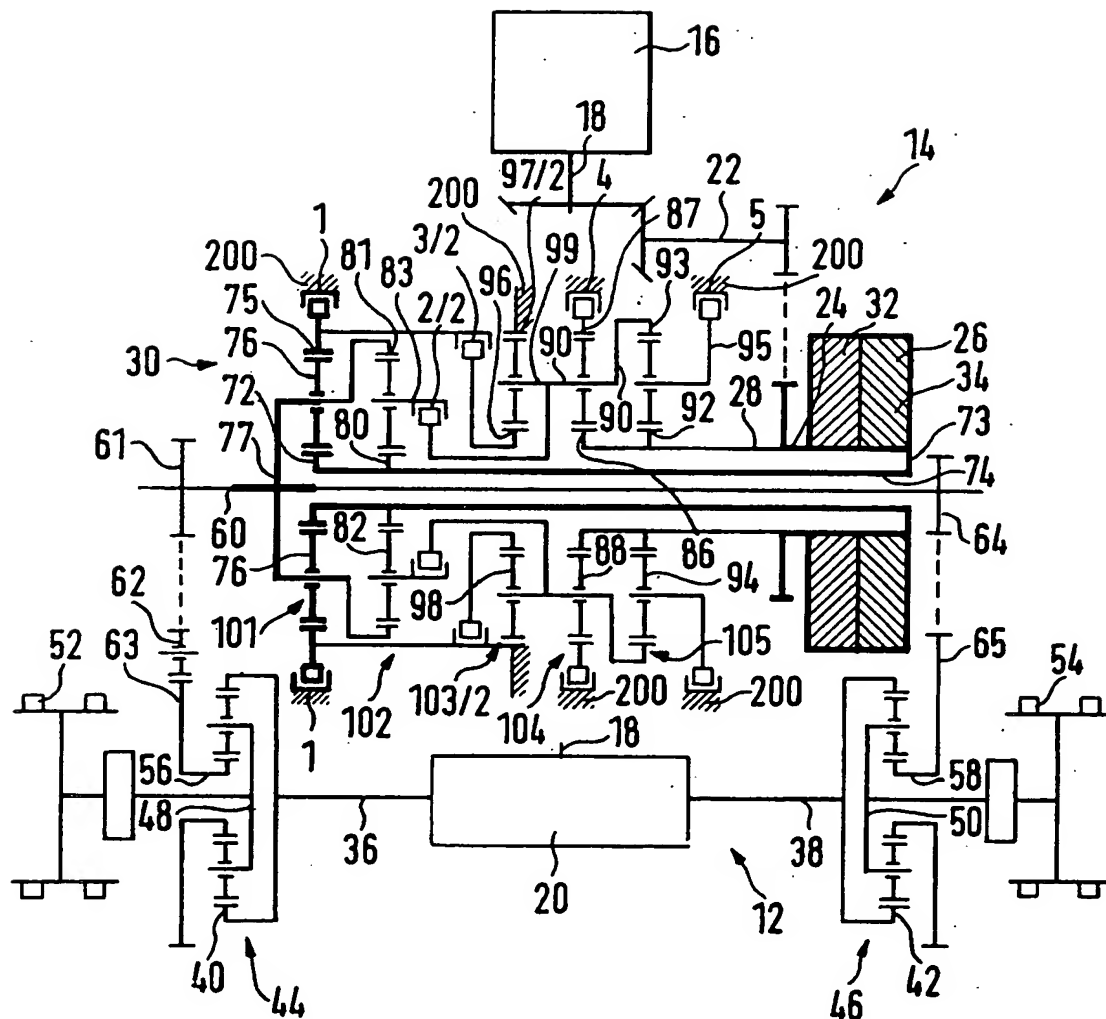


FIG. 14

B

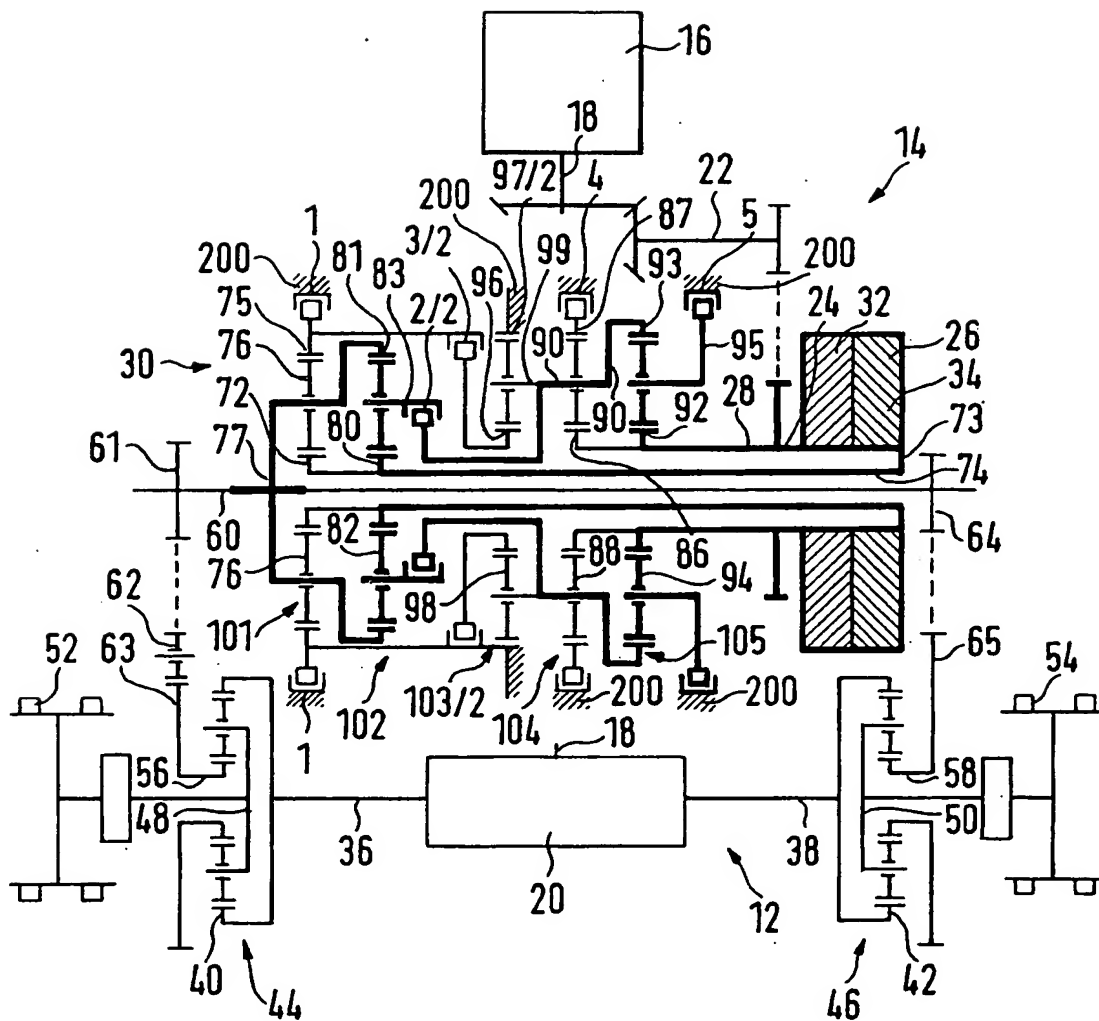


FIG.15

0

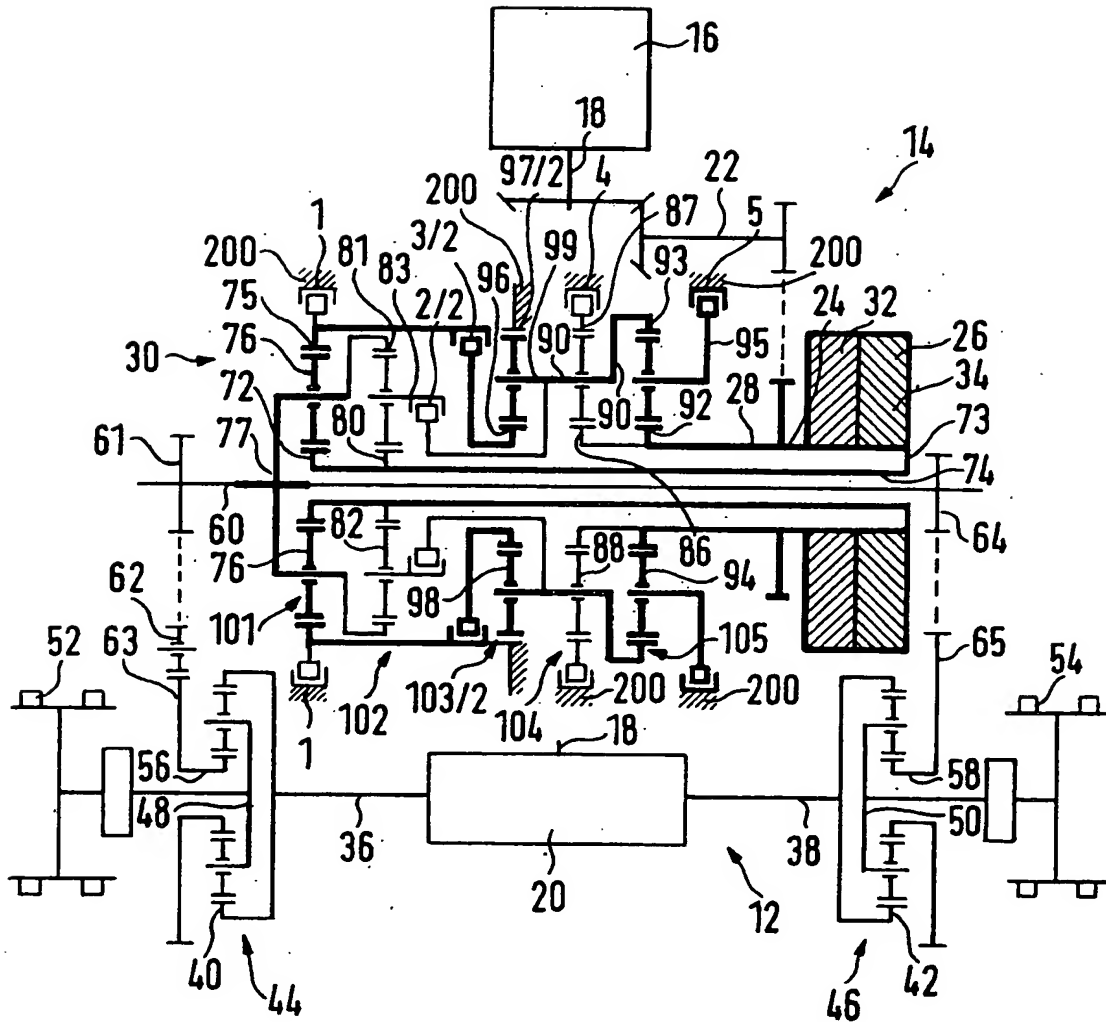


FIG. 16

C

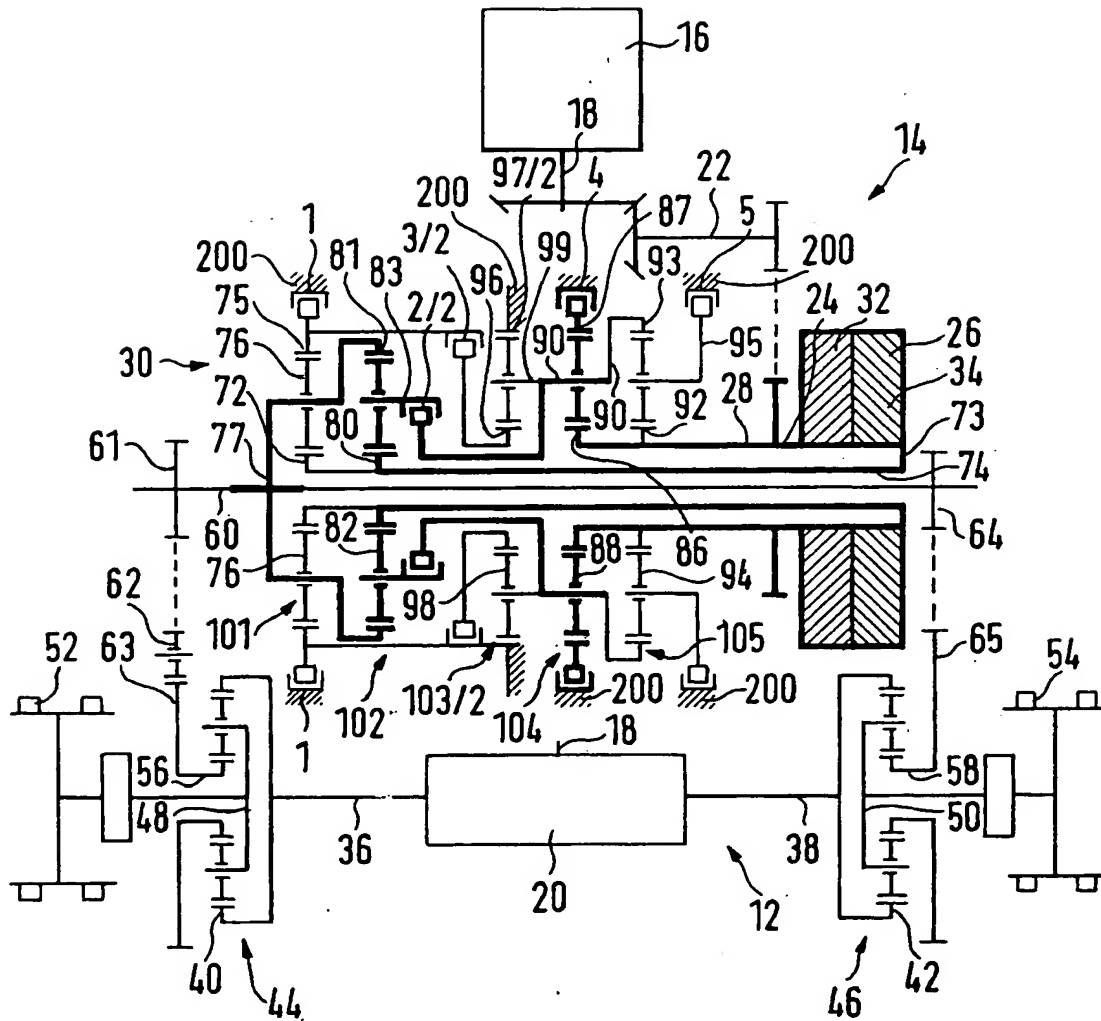
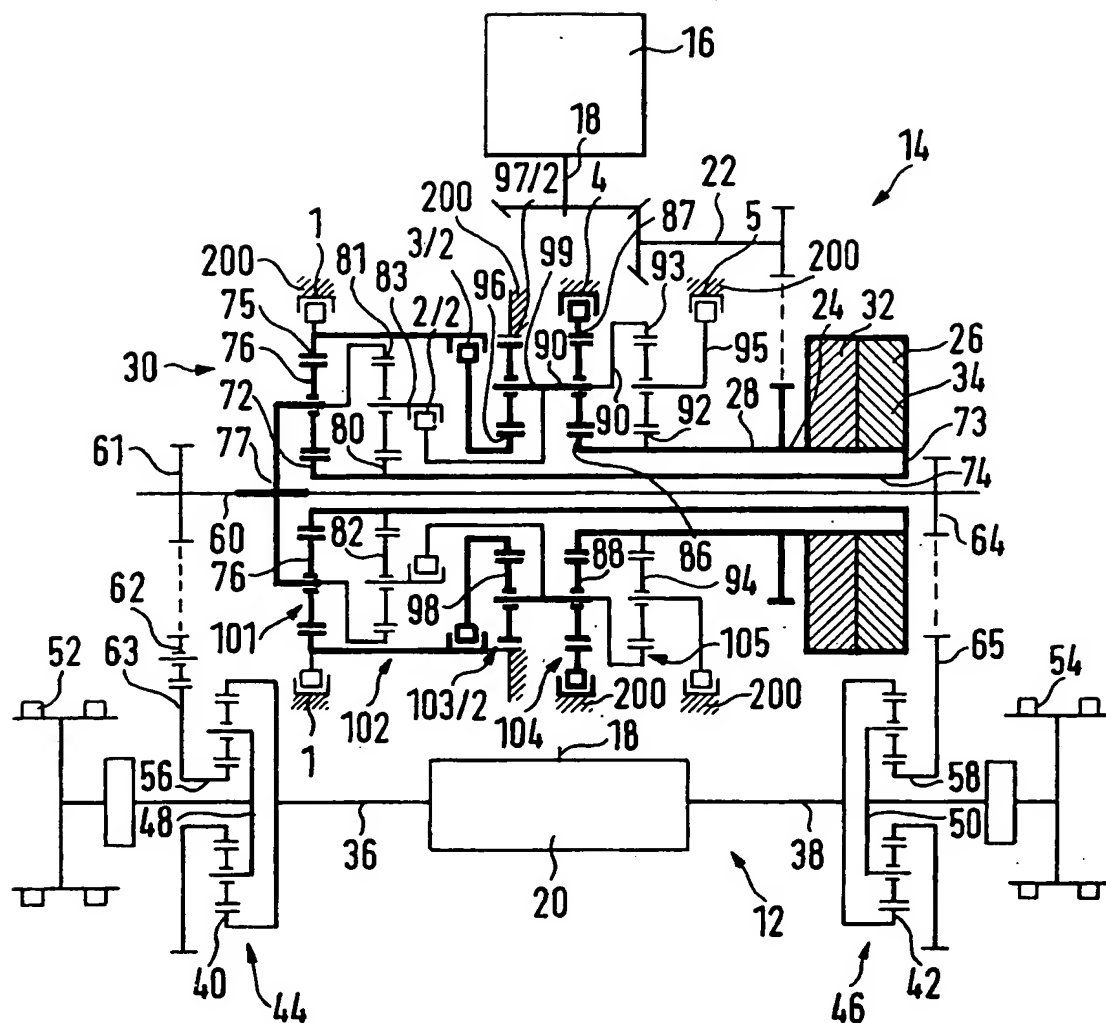




FIG. 17

E



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**